

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL
MAGNETIK BESI OKSIDA DENGAN KARBON VIA METODE
ARC-DISCHARGE DALAM MEDIA ETANOL/ASAM ASETAT
DAN UJI TOKSISITASNYA**



Disusun oleh :

PATIMAH

M0311053

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mendapatkan gelar Sarjana Sains dalam bidang ilmu kimia**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

Desember, 2016

HALAMAN PENGESAHAN

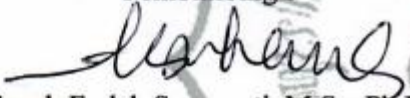
Skripsi

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL
MAGNETIK BESI OKSIDA DENGAN KARBON VIA METODE
ARC-DISCHARGE DALAM MEDIA ETANOL/ASAM ASETAT
DAN UJI TOKSISITASNYA**


**PATIMAH
M0311053**

Skripsi ini dibimbing oleh:

Pembimbing I


Teguh Endah Saraswati, M.Sc, Ph.D.
NIP. 19790326 200501 2001

Pembimbing II


Nestri Handayani, M.Si, Apt
NIP. 19701211 200501 2001

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 23 Desember 2016

Anggota Tim Penguji:

1. Venty Suryanti, S.Si, M.Phil, Ph.D
NIP. 19720817 199702 2001
2. Dr.rer.nat. Witri Wahyu Lestari, M.Sc
NIP. 19801222 200312 2003

1. 
.....
2. 
.....

Disahkan oleh
Kepala Program Studi Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta


Dr. Priata Kusumaningsih, M.Si.
NIP. 19730124 199903 2001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL MAGNETIK BESI OKSIDA DENGAN KARBON VIA METODE *ARC-DISCHARGE* DALAM MEDIA ETANOL/ASAM ASETAT DAN UJI TOKSISITASNYA” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 23 Desember 2016

PATIMAH

SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL MAGNETIK BESI
OKSIDA DENGAN KARBON VIA METODE *ARC-DISCHARGE* DALAM
MEDIA ETANOL/ASAM ASETAT DAN UJI TOKSISITASNYA

PATIMAH

Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Sintesis nanopartikel magnetik besi oksida/karbon (BO/C) dengan metode *arc-discharge* dalam media cair berhasil dilakukan. Material besi oksida (BO) disintesis dengan metode elektrolisis menggunakan elektroda besi dalam media elektrolit NaCl. Hasil elektrolisis dikalsinasi pada 250 °C, 450 °C, 650 °C dan 850 °C, BO digunakan sebagai pengisi pada elektroda. Pola difraktogram *X-ray diffraction* (XRD), besi oksida yang dikalsinasi pada suhu berbeda memberikan puncak dalam fasa yang berbeda. Analisa *vibrating sample magnetometer* (VSM) menunjukkan semakin besar suhu kalsinasi mengakibatkan menurunnya sifat kemagnetan besi oksida. Proses fabrikasi BO/C dilakukan dengan metode *arc-discharge* menggunakan dua elektroda grafit, salah satu elektroda diisi campuran bubuk karbon:binder silika:BO dengan perbandingan berat 3:1:1. Media cair yang digunakan 50% etanol dan 25% asam asetat pada perbandingan volume 1:1 dengan arus 10 A. Pola difraktogram XRD menunjukkan puncak karakteristik pada 30,27°; 24,19°; 26,50° dan 44,90° untuk Fe₃O₄ dan γ-Fe₂O₃; α-Fe₂O₃; C (grafit), dan Fe₃C secara berturut-turut. Analisa VSM menunjukkan nilai magnetisasi BO/C lebih kecil dibandingkan dengan magnetisasi BO.

Spektra *fourier transform infra red* (FTIR) menunjukkan beberapa ikatan seperti ikatan Fe-O *stretching* daerah 450-555 cm⁻¹; C-H *bending* daerah 650-1000 cm⁻¹; C-O daerah 1000-1320 cm⁻¹; C=C *stretching* daerah 1500-1700 cm⁻¹ dari karbon; C-H *stretching* daerah 2850-3000 cm⁻¹ dan O-H *stretching* daerah 3200-3500 cm⁻¹ dari alkohol atau fenol. Keberhasilan modifikasi permukaan ditunjukkan oleh dispersi nanopartikel BO/C yang lebih baik di air dan etanol yang mengindikasikan bahwa gugus fungsional berhasil melekat pada permukaan nanopartikel. Nanopartikel BO/C memiliki bentuk sferikal dan diameter sekitar 15-40 nm yang dianalisis dengan gambar *scanning electron microscopy* (SEM) dan *transmission electron microscopy* (TEM). Uji toksisitas akut menunjukkan harga LD₅₀ semu >2500 mg/kg dan material termasuk dalam kategori praktis tidak toksik.

Kata Kunci: *arc-discharge*, besi oksida, karbon, magnetik, toksisitas

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF IRON OXIDE MAGNETIC NANOPARTICLES WITH CARBON VIA ARC-DISCHARGE METHOD IN ETHANOL/ACETIC ACID MEDIUM AND ITS TOXICITY

PATIMAH

Chemistry Department. Mathematic and Natural Science Faculty
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Synthesis magnetic nanoparticles of iron oxide/carbon (BO/C) by arc-discharge method in liquid media had been successfully performed. Iron Oxide (BO) materials were synthesized by electrolysis method using iron electrodes in a NaCl electrolyte medium. The result of electrolysis was then calcined at 250 °C, 450 °C, 650 °C and 850 °C; BO used as anode filler. The X-ray diffraction (XRD) of iron oxide calcined at different temperature resulted definitive peaks in different phases. The vibrating sample magnetometer (VSM) analysis showed that the greater the calcination temperature the lower the magnetic character of iron oxides. The fabrication of BO/C was done by arc-discharge method using two graphite electrodes. One of the electrodes was filled with mixed powder of graphite:silicon binder:BO with weight ratio 3:1:1. Ethanol 50% and acetic acid 25% were used as liquid medium at volume ratio 1:1 under electrical current 10 A. The XRD pattern of BO/C posses 2 θ peaks at 30,27°; 24,19°; 26,50° and 44,90° for Fe₃O₄ and γ -Fe₂O₃; α -Fe₂O₃; C (graphite), and Fe₃C respectively. The VSM analysis showed the magnetization BO/C was smaller than the magnetization BO.

Fourier transform infra red (FTIR) spectra showed the several vibration such as vibration of Fe-O stretching in 450–555 cm⁻¹; C-H *bending* in 650-1000 cm⁻¹; C-O in 1000-1320 cm⁻¹; C=C *stretching* in 1500-1700 cm⁻¹ from carbon; C-H *stretching* in 2850-3000 cm⁻¹ and O-H *stretching* at 3200-3500 cm⁻¹ from alcohol or phenol. The successfull of surface modification was shown by BO/C nanoparticles dispersion in water and ethanol, this indicated that functional groups were successfully attached. The BO/C nanoparticles has spherical and diameter range of 15-40 nm analyzed by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM) imaging. The acute toxicity showed that LD₅₀ value >2500 mg/kg and this materials included in category of practically non toxic.

Keywords : arc-discharge, carbon, iron oxide, magnetic, toxicity

MOTTO

“Bahagia bukan milik dia yang hebat dalam segalanya, namun milik dia yang mampu menemukan hal sederhana dalam hidupnya dan tetap bersyukur”.

“Persahabatan tidak terjalin dengan orang yang istimewa. Kita jadi istimewa karena bersahabat. Sahabatlah yang mengistimewakan kita”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk:
Ibu, bapak, kakak dan keponakanku tercinta, yang senantiasa mendo'akan,
memberi semangat dan mencurahkan kasih sayang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar Sarjana Sains dari Program Studi Kimia FMIPA UNS.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Ari Handono Ramelan, M.Sc. (Hons), Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA UNS
2. Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si selaku Kepala Program Studi Kimia FMIPA UNS
3. Teguh Endah Saraswati, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan ilmu selama ini
4. Nestri Handayani, M.Si, Apt selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan ilmu selama ini
5. Venty Suryanti, S.Si, M.Phil, Ph.D selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dalam kegiatan kuliah selama ini
6. Bapak dan Ibu Dosen dan seluruh staf Prodi Kimia FMIPA UNS
7. Ketua dan seluruh staf serta laboran Laboratorium Kimia Dasar FMIPA, Laboratorium Terpadu FMIPA, dan Sub Laboratorium Kimia Pusat Universitas Sebelas Maret
8. Staff dan asisten Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
9. Bapak Mardi, ibu Sulasi, mbak Sani, kang Bi'in, kang Ngar, mbak Mus, dek Dini, dek Anggit, dek Ika, dek Fian dan dek Amel yang telah memberikan doa, nasihat dan motivasi kepada penulis
10. Bapak Margono, ibu Mentihik, mbak Menik, mas Joko, mas Agung, mbak Fitri Wijayanti, dek Arif Prasetio dan dek Raihan Bangkit Kriskayana yang telah memberikan dukungan dan kasih sayang kepada penulis
11. Vaishnavita Nawa Kusuma, Dwita Nur Aisyah, Euodia Novrinna Maranatha, Wendah Herawati, dan Tata Lugas Nastiti tergabung dalam grup "Muaahh" yang telah memberikan dukungan moral dan menghibur disaat penulis mengalami kegelisahan
12. Mas Abah, Mas Adit, Mbak isya, Astrid Olivia Nandika, Fitri Nela Sari, Oktaviana Dewi, Erlina Arikawati, Kartiko Nugroho, Nana

Rismana dan Anis Robi Astuti tergabung dalam Grup Riset *Plasma Science and Technology* yang telah membantu dalam penelitian ini

13. Teman-teman Kimia FMIPA UNS angkatan 2011 yang selalu memberi doa dan semangat selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini
14. Mbak Icha, Bella dan teman-teman kos “Didini 1” yang memberikan dukungan buat cepat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis mengharapkan bimbingan, kritik dan saran sebagai bahan pertimbangan untuk membuat karya yang lebih baik. Namun, penulis berharap semoga karya ini bermanfaat bagi pembaca.

Surakarta, 23 Desember 2016

Patimah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN ABSTRAK	iv
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN	xx
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	4
1. Identifikasi Masalah	4
2. Batasan Masalah	7
3. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	9
BAB II. LANDASAN TEORI	10
A. Tinjauan Pustaka	10
1. Besi oksida	10
2. Elektrolisis	13

3. Karbon.....	16
4. Nanopartikel magnetik besi.....	17
5. Metode <i>arc-discharge</i>	19
6. Karakterisasi nanopartikel BO/C.....	21
a. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	21
b. <i>Vibrating Sampel Magnetometer</i> (VSM)	23
c. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	24
d. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	24
e. <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM)	25
7. Pembawa obat (<i>Drug Carrier</i>).....	26
8. Viabilitas sel dan toksisitas.....	27
B. Kerangka Pemikiran.....	30
C. Hipotesis.....	32
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	34
A. Metode Penelitian.....	34
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
C. Alat dan Bahan.....	35
D. Prosedur Penelitian.....	36
1. Preparasi besi oksida (BO).....	36
2. Fabrikasi besi oksida/karbon (BO/C).....	36
3. Karakterisasi.....	37
4. Uji toksisitas akut.....	37
E. Teknik Pengumpulan dan Analisa Data.....	39
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Preparasi BO via elektrolisis.....	41
B. Fabrikasi nanopartikel BO/C.....	42
C. Karakterisasi.....	45
1. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	45
2. <i>Vibrating Sampel Magnetometer</i> (VSM)	54
3. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	57

4. Dispersitas.....	62
5. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) dan <i>Elemental Mapping</i>	64
6. <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM)	67
D. Uji toksisitas akut.....	70
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
A. Kesimpulan	75
B. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Spesifikasi senyawa organik yang berinteraksi <i>Self-assembled monolayer</i> pada berbagai jenis permukaan logam.....	18
Tabel 2.2. Nilai LD ₅₀ menurut Loomis, 1978.....	29
Tabel 4.1. Hasil analisa VSM BO dan BO/C berdasarkan variasi suhu kalsinasi.....	56
Tabel 4.2. Hasil pengamatan gejala toksik dan kematian hewan uji selama 7 hari	71

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur kristal spinel kubik terbalik Fe_3O_4 (bulatan hijau, Fe^{3+}), (bulatan biru, Fe^{2+}), (bulatan merah, O).....	10
Gambar 2.2. Struktur kristal (a) $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, (b) $\beta\text{-Fe}_2\text{O}_3$, (c) $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, dan (d) $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$, (bulatan garis, Fe) (bulatan putih, O).....	12
Gambar 2.3. XRD hasil elektrolisis (a) sebelum sintering; setelah sintering selama 4 jam pada suhu (b) 200 °C, (c) 650 °C dan (d) 800 °C	14
Gambar 2.4. Diffraktogram BO pada suhu kalsinasi 500 °C.....	14
Gambar 2.5. Spektra FTIR nanopartikel $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, Fe_3O_4 , dan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	15
Gambar 2.6. Kurva <i>hysteresis</i> nanopartikel $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, Fe_3O_4 dan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	16
Gambar 2.7. Struktur (a) grafit, (b) berlian/ <i>diamond</i> , dan (c) <i>fullerene</i>	17
Gambar 2.8. Metode <i>arc-discharge</i> dalam media cair.....	19
Gambar 2.9. Model skematik dari pembentukan <i>carbon encapsulated nanoparticle</i> dimana abu-abu dan putih berturut-turut adalah karbon dan metal	20
Gambar 2.10. Proses pembentukan nanopartikel dalam media cair menggunakan metode <i>arc-discharge</i>	21
Gambar 2.11. XRD nanopartikel besi terselubung grafit.....	22
Gambar 2.12. Diffraktogram XRD BO.....	22
Gambar 2.13. Kurva <i>hysteresis</i> (a) $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, dan (b) $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	23
Gambar 2.14. Kurva <i>hysteresis</i> dari BO/grafit.....	24
Gambar 2.15. Spektra FTIR grafit, TiO_2 anatase, $\text{TiO}_2\text{-C } 0$, $\text{TiO}_2\text{-C } 5$, $\text{TiO}_2\text{-C } 12$, $\text{TiO}_2\text{-C } 25$, $\text{TiO}_2\text{-C } 37$ dan $\text{TiO}_2\text{-C } 50$	25
Gambar 2.16. Hasil analisis SEM BO/C dalam media cair etanol 50% dengan penambahan urea 50% pada perbandingan volume etanol/urea (1:1)	25
Gambar 2.17. TEM nanopartikel senyawa besi terselubung grafit (a) tanpa imobilisasi dextran, (b) terimobilisasi dextran.....	25

Gambar 2.18. TEM nanopartikel BO terselubung karbon	26
Gambar 2.19. Skema sistem magnetik <i>drug delivery</i>	27
Gambar 2.20. Histopatologi ginjal dengan pemberian nanopartikel γ -Fe ₂ O ₃ pada konsentrasi (b) 0,7 mL/kg, (c) 1,7 mL/kg, dan (d) 2,7 mL/kg sedangkan (a) tanpa pemberian nanopartikel γ -Fe ₂ O ₃ ..	30
Gambar 2.21. Hasil <i>arc-discharge</i> BO dengan karbon dalam media cair etanol/urea	31
Gambar 3.1. Bagan alur metodologi penelitian.....	34
Gambar 3.2. Ilustrasi proses elektrolisis paku besi untuk menghasilkan BO	36
Gambar 3.3. Setting alat metode <i>arc-discharge</i>	37
Gambar 4.1. Usulan mekanisme pembentukan karbon nanomaterial.....	44
Gambar 4.2. Difraktogram karbon/grafit standart (JCPDS No. 41-1487) dan karbon/grafit (<i>rod</i> dan <i>filler</i>).....	46
Gambar 4.3. Difraktogram (a) JCPDS No. 75-0449 Fe ₃ O ₄ , (b) JCPDS No. 39-1346 γ -Fe ₂ O ₃ , (c) JCPDS No. 79-1741 α - Fe ₂ O ₃ , dan (d) JCPDS No. 85-0871 Fe ₃ C.....	47
Gambar 4.4. Difraktogram XRD BO250 dan BO250/C (JCPDS No. 75-0449 Fe ₃ O ₄ , JCPDS No. 39-1346 γ -Fe ₂ O ₃ , JCPDS No. 79-1741 α - Fe ₂ O ₃ , JCPDS No. 85-0871 Fe ₃ C dan JCPDS No. 41-1487 grafit/karbon)	48
Gambar 4.5. Difraktogram XRD BO450 dan BO450/C (JCPDS No. 75-0449 Fe ₃ O ₄ , JCPDS No. 39-1346 γ -Fe ₂ O ₃ , JCPDS No. 79-1741 α - Fe ₂ O ₃ , JCPDS No. 85-0871 Fe ₃ C dan JCPDS No. 41-1487 grafit/karbon)	50
Gambar 4.6. Difraktogram XRD BO250 dan BO250/C (JCPDS No. 75-0449 Fe ₃ O ₄ , JCPDS No. 39-1346 γ -Fe ₂ O ₃ , JCPDS No. 79-1741 α - Fe ₂ O ₃ , JCPDS No. 85-0871 Fe ₃ C dan JCPDS No. 41-1487 grafit/karbon)	51
Gambar 4.7. Difraktogram XRD BO250 dan BO250/C (JCPDS No. 75-0449 Fe ₃ O ₄ , JCPDS No. 39-1346 γ -Fe ₂ O ₃ , JCPDS No. 79-	

1741 α - Fe_2O_3 , JCPDS No. 85-0871 Fe_3C dan JCPDS No. 41-1487 grafit/karbon)	53
Gambar 4.8. Kurva <i>hysteresis</i> BO pada variasi suhu kalsinasi 250 °C, 450 °C, 650 °C, dan 850 °C	55
Gambar 4.9. Kurva <i>hysteresis</i> BO/C pada variasi suhu kalsinasi 250 °C, 450 °C, 650 °C, dan 850 °C	55
Gambar 4.10. Spektra FTIR material awal karbon/grafit <i>filler</i>	57
Gambar 4.11. Spektra FTIR material awal asam asetat 25%	58
Gambar 4.12. Mekanisme reaksi antara nanopartikel BO/C dengan media cair etanol/asam asetat saat proses <i>arc</i>	59
Gambar 4.13. Spektra FTIR nanopartikel BO250 dan BO250/C dalam media etanol 50% dengan penambahan asam asetat 25%	60
Gambar 4.14. Spektra FTIR nanopartikel BO450 dan BO450/C dalam media etanol 50% dengan penambahan asam asetat 25%	60
Gambar 4.15. Spektra FTIR nanopartikel BO650 dan BO650/C dalam media etanol 50% dengan penambahan asam asetat 25%	61
Gambar 4.16. Spektra FTIR nanopartikel BO850 dan BO850/C dalam media etanol 50% dengan penambahan asam asetat 25%	61
Gambar 4.17. Uji dispersi nanopartikel (a) BO250/C, (b) BO450/C, (c) BO650/C, dan BO850/C dalam media (1) akuades dan (2) etanol	63
Gambar 4.18. Analisis SEM nanopartikel (a) BO250 dan (b) BO250/C.....	64
Gambar 4.19. Analisis SEM nanopartikel (a) BO450 dan (b) BO450/C.....	65
Gambar 4.20. Elemental mapping BO250/C dalam media cair etanol 50% dengan penambahan asam asetat 25% pada perbandingan volume (1:1) pada total volume 300 mL.....	66
Gambar 4.21. Elemental mapping BO450/C dalam media cair etanol 50% dengan penambahan asam asetat 25% pada perbandingan volume (1:1) pada total volume 300 mL.....	66
Gambar 4.22. Hasil analisis TEM nanopartikel (a) BO dan (b) BO/C dengan suhu kalsinasi 250 °C.....	67

Gambar 4.23. Histogram ukuran diameter nanopartikel (a) BO dan (b) BO/C dengan suhu kalsinasi 250 °C	68
Gambar 4.24. Hasil analisis TEM nanopartikel (a) BO dan (b) BO/C dengan suhu kalsinasi 450 °C.....	68
Gambar 4.25. Histogram ukuran diameter nanopartikel (a) BO dan (b) BO/C dengan suhu kalsinasi 450 °C	69
Gambar 4.26. Perkembangan rata-rata berat badan mencit selama 1 minggu setelah pemberian dosis oral tunggal menggunakan material suspensi BO250/C termodifikasi asam asetat 25%	72
Gambar 4.27. Perkembangan rata-rata berat badan mencit selama 1 minggu setelah pemberian dosis oral tunggal menggunakan material suspensi BO450/C termodifikasi asam asetat 25%	73

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1.....	85
A. Perhitungan media cair	85
B. Prosedur penelitian	86
1) Tahap preparasi besi oksida (BO).....	86
a. Preparasi sampel besi <i>via</i> metode elektrolisis	86
b. Preparasi pemanasan besi oksida	87
2) Tahapan preparasi elektroda.....	87
a. Preparasi elektroda pada katoda	87
b. Preparasi elektroda modifikasi pada anoda	88
3) Tahapan fabrikasi nanopartikel besi oksida/karbon (BO/C) <i>via</i> metode <i>arc-discharge</i>	88
4) Tahap pengumpulan nanopartikel BO/C	89
5) Tahapan uji toksisitas akut nanopartikel BO/C pada media cair etanol 50% dengan penambahan asam asetat 25%	90
Lampiran 2.....	92
A. Tabel pemberian suspensi kepada hewan pengujian.....	91
B. Perhitungan pemberian nanopartikel besi oksida/karbon dengan penambahan urea 50% pada mencit.....	93
C. Tabel perkembangan berat badan mencit selama pengamatan.....	94
D. Uji One Way ANOVA dilanjut post hoc pertambahan perkembangan rata-rata berat badan mencit dengan SPSS 16.0 untuk Windows.....	97
E. Gambar hasil histopatologi mencit.....	99
F. Hasil hitung sel hasil histopologi.....	103
G. Grafik kerusakan sel	105
Lampiran 3.....	109

A. Data analysis	109
1) Data ukuran partikel TEM	106
2) <i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i> (EDX)	110
3) <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	114
4) <i>Analisa Fourier Transform Intra Red</i> (FTIR)	120
5) <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM)	134

DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

	Halaman
Gambar L2.1. Hasil histopatologi organ-organ mencit menggunakan material suspensi BO250/C dengan penambahan asam asetat 25%	99
Gambar L2.2. Hasil histopatologi organ-organ mencit menggunakan material suspensi BO450/C dengan penambahan asam asetat 25%	101
Gambar L2.4. Kerusakan sel mencit pada organ ginjal kanan dengan nanopartikel BO250/C dalam media etanol/asam asetat.....	105
Gambar L2.4. Kerusakan sel mencit pada organ ginjal kiri dengan nanopartikel BO250/C dalam media etanol/asam asetat.....	105
Gambar L2.5. Kerusakan sel mencit pada organ hati dengan nanopartikel BO250/C dalam media etanol/asam asetat.....	106
Gambar L2.6. Kerusakan sel mencit pada organ limpa dengan nanopartikel BO250/C dalam media etanol/asam asetat.....	106
Gambar L2.7. Kerusakan sel mencit pada organ ginjal kanan dengan nanopartikel BO450/C dalam media etanol/asam asetat.....	107
Gambar L2.8. Kerusakan sel mencit pada organ ginjal kiri dengan nanopartikel BO450/C dalam media etanol/asam asetat.....	107
Gambar L2.9. Kerusakan sel mencit pada organ hati dengan nanopartikel BO450/C dalam media etanol/asam asetat.....	108
Gambar L2.10. Kerusakan sel mencit pada organ limpa dengan nanopartikel BO450/C dalam media etanol/asam asetat.....	108